Die

technische Verwerthung

Schwefelkies führender Schiefer und Thone

der

Stein- und Braunkohlenformation.

Kritik

des heutigen Standes der Alaun- und Vitriol-Gewinnung und Mittel zu deren Hebung.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doctorwürde an der Universität Rostock

von

August Hermann Seger.

Neuwied & Leipzig.

Druck und Verlag der J. H. Heuser'schen Buchhandlung.

Die

technische Verwerthung

Schwefelkies führender Schiefer und Thone

der

Stein- und Braunkohlenformation.

Kritik

des heutigen Standes der Alaun- und Vitriol-Gewinnung und Mittel zu deren Hebung.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doctorwürde an der Universität Rostock

von

August Hermann Seger.

Neuwied & Leipzig.

Druck und Verlag der J. H. Heuser'schen Buchhandlung.

Der Stand der älteren Alaunwerke, welche noch Alaunschiefer und Thone, sowie ähnliche Schwefelkies führende Rohmaterialien zur Herstellung ihrer Producte verwenden, wird der Concurrenz gegenüber, welche ihnen durch den immer grösser werdenden Consum von schwefelsaurer Thonerde erwächst, und welche ihnen die Etablissements bereiten, welche Alaun direct aus seinen näheren Bestandtheilen darstellen, ein sehr misslicher und deren Rentabilität eine sehr geringe, wenn dieselben sich nicht entschliessen, bei Zeiten Wege einzuschlagen, welche es gestatten, die Producte, welche ihnen von der Natur geliefert werden, in öconomischerer und rationellerer Weise auszubeuten, als es bisher fast allgemein geschieht.

In der That, betrachtet man die Verfahrungsweisen, wie sie jetzt zur Aufbereitung der aus Alaun-Schiefern und Thonen erzielten Alaunrohlaugen üblich sind, so kann man sich der Erkenntniss nicht verschliessen, dass die Mehrzahl der bei diesem wichtigen Industriezweige betheiligten Werke sich die Fortschritte der Chemie und Mechanik weniger als die meisten andern Zweige der chemischen Industrie nutzbar gemacht hat und auf einem Standpunkt sich befindet, welcher noch sehr an den zu Anfang dieses Jahrhunderts eingenommenen erinnert; es gilt dies besonders von der Klasse von Werken, welche früher in Folge eines überwiegenden Gehaltes ihrer Laugen an schwefelsaurer Thonerde nur diese berücksichtigten, und nach Niederschlagung des Alauns durch meist sehr unreine Kalisalze die Mutterlaugen unbenutzt liessen: als jedoch bei immer geringer werdendem Vortheil, stei-

gender Nachfrage nach Eisenvitriol und bei der Möglichkeit, sehr reine Kali- und Ammoniacsalze zur Alaunbildung zu benutzen, sich dieselben veranlasst sahen, auch die Nebensalze der Alaunlaugen zu berücksichtigen, blieb das alte Verfahren der Alaunfabrikation, ohne Berücksichtigung der neuen Verhältnisse, in den meisten Fällen dasselbe, wie bisher.

Betrachtet man die Umstände, unter welchen die in Alaun- und Vitriol-Rohlaugen enthaltenen Sulphate sich bilden, dass Laugen mit hohem Thonerdegehalt vorzugsweise bei einer Oxydation des Schwefelkieses in dunkler Rothgluth, dagegen bei niederer Temperatur Materialien gewonnen werden, welche eine grössere Ausbeute an Eisenvitriol geben, so ist klar, dass die Laugen der ersteren Art ihr Eisen hauptsächlich in Form von Oxydsulphat enthalten müssen, während die der letzteren vorzugsweise Eisenoxydulsalz führen. So lange nun Alaun-Fabrikanten ihre Laugen nur als Alaungebende betrachten durften, war der Zustand des Eisens als Oxyd — weil leichter entfernbar und einer grösseren Alaunausbeute günstiger — entschieden erwünscht; betrachtete man dieselben aber zu gleicher Zeit als Material für die Eisenvitriol-Fabrikation, so musste man von vornherein die Entstehung von Eisenoxyd möglichst zu vermeiden suchen, oder das gebildete zu Oxydul reduciren, nicht aber, wie es jetzt fast allgemein üblich, dasselbe möglichst aus der Lauge eliminiren, um so mehr, als bei dessen Entfernung zugleich andere werthvolle Stoffe, nämlich Alkalien, niedergeschlagen und in ein fast werthloses, häufig lästiges Nebenproduct übergeführt werden; zugleich aber musste eine Trennungsmethode angewendet werden, nach welcher sich bei nunmehr relativ höherem Eisengehalt eine ebenso vollständige Abscheidung des Alauns erzielen liesse, als bisher.

I. Oxydation der Erze.

Die Materialien, welche zur Darstellung von Alaun und Eisenvitriol verwendet werden, lassen sich nach ihren Eigenschaften in zwei Categorien theilen, welche nach der Oxydation des in ihnen enthaltenen Schwefeleisens Materialien liefern, welche einerseits als Hauptproduct Vitriol, andererseits neben diesem wesentlich Alaun geben.

Als zu der ersten Categorie gehörend, sind besonders die compacteren, aus Schwefelkies, Magnetkies und verwandten Mineralien bestehenden Erze ohne beträchtlichen Thonerdegehalt anzusehen, welche sich wegen ihres dichten Zustandes schwierig oxydiren lassen und entweder einer Abtreibung von Schwefel in gediegener Form, oder einer partiellen Röstung bedürfen, um in einen lockeren Zustand übergeführt zu werden; bei denen also nicht viel mehr als die Hälfte des Schwefels zur Sulphatbildung herangezogen wird.

Die zweite Art von Fossilien, die eigentlichen Alaunerze, bestehen aus schiefrigen oder erdigen, meist mit Kohle oder Bitumen imprägnirtem Thonerdegestein der Stein- und Braunkohlenformation, welches Schwefel und Magnetkies theils in Nieren und Adern, zum grössten Theile aber fein eingesprengt enthält. Die grosse Angriffsfläche, welche der Luft durch die physikalischen Eigenschaften dieser Materialien geboten wird, ermöglicht eine starke Oxydation schon bei niederer Temperatur, und diese sind es besonders, welche für den

vorliegenden Fall von Bedeutung sind, weil sie das Hauptmaterial für die Alaun-Gewinnung liefern. Die compacten Erzmassen, oder vielmehr deren Abbrände, deren Oxydation man stets bei gewöhnlicher Temperatur unter steter Feuchthaltung bewerkstelligt, liefern nach mehrjähriger Einwirkung der Luft Massen, aus welchen durch Wasser hauptsächlich Eisenvitriol auszuziehen ist; es wird in ihnen die Bildung von schwefelsaurer Thonerde nur in untergeordnetem Maasse statthaben, gleichfalls sind die daraus erzielten Laugen arm an Eisenoxydsalz, wegen der niedrigen Temperatur während der Verwitterung und der reducirenden Eigenschaften des einfachen Schwefeleisens und weil etwa entstandenes Eisenoxyd zum grössten Theil als basisches Salz in den unlöslichen Rückständen verbleibt.

Laugen ähnlicher Beschaffenheit, jedoch thonerdereicher, aber ebenfalls durch geringen Eisenoxydgehalt characterisirt, liefern die Alaunerze, welche in Folge ihres geringen Kiesgehaltes oder pulvriger Beschaffenheit nicht in Brand zu setzen sind, und deren Oxydation man daher wie oben durch einen langsamen Verwitterungsprozess auszuführen genöthigt ist. Ueberlässt man solche Schiefer und Thone im feuchten Zustande der Einwirkung der Atmosphäre, so zeigt sich in Kurzem ein Ausblühen von Salzen; der in denselben enthaltene Schwefelkies verwandelt sich in schwefelsaures Eisenoxydul, während die Hälfte seines Schwefels sich zu Schwefelsäure oxydirt und sich mit den Basen verbindet, welche sie im Thone vorfindet. Es werden sich natürlich die nie fehlenden Alkalien und alkalischen Erden zuerst in Sulphate verwandeln und erst der Rest an die schwächeren Basen, Thonerde und Eisenoxyd treten; es ist also klar, dass durch einen solchen Verwitterungsprozess erhaltene Laugen einen Thonerdegehalt zeigen müssen, dass weniger als die Hälfte der gesammten Schwefelsäure damit gesättigt erscheint und dass die Sulphate von Eisenoxydul und Magnesia in um so

höherem Maasse vorherrschen, je grösser der Gehalt der Erze an alkalischen Erden ist.

Geschieht die Oxydation des Schwefelkieses in der Weise, dass man durch Entzündung der den Erzen meist beigemengten Kohle oder des Bitumens eine höhere Temperatur unterhalten kann, oder ist der Kiesgehalt, in feinvertheilter Form, ein so hoher, dass beim Lagern derselben eine Selbstentzündung eintritt, so wird der ganze Prozess nicht allein beträchtlich abgekürzt, sondern man erhält auch im Allgemeinen wesentlich günstigere Resultate in Bezug auf Qualität und Quantität der gebildeten löslichen Salze, gegenüber dem langwierigen Verwitterungsprozess.

Bei einer Oxydation des Schwefelkieses bei dunkler Rothgluth findet ursprünglich nur eine geringe Bildung von Eisensulphaten statt, vielmehr verwandelt sich derselbe in Eisenoxyd und schweflige Säure, welche letztere von den thonischen Massen absorbirt wird und nach weiterer Sauerstoffaufnahme dessen Basen in schwefelsaure Salze überführt. Es ist wohl anzunehmen, dass der dem Thonerdegestein stets beigemengten Kohle eine wesentliche Mitwirkung bei Asorption der schwefligen Säure zuzuschreiben ist. Theilweise trägt zur Bildung von schwefelsaurer Thonerde die Schwefelsäure bei, welche sich aus schwefelsaurem Eisenoxyd bei starker localer Erhitzung entwickelt und von dem Thon aufgenommen wird; dass aber schon gebildetes Thonerdesulphat wieder zerstört werde, ist, einer verbreiteten Ansicht entgegen, wenig zu befürchten, da dasselbe ziemlich beständig ist und bei mässiger Rothgluth, wo die Sulphate des Eisens schon stark zersetzt werden, noch keinen Gewichtsverlust erleidet.

Natürlicherweise werden sich die stärksten der im Schiefer oder Thon enthaltenen Basen zuerst mit Schwefelsäure sättigen, also Alkalien, Kalk und Magnesia, jedoch stellt sich bei einer Röstung in höherer Temperatur das Verhältniss zwischen den Sulphaten der Thonerde, des Eisens und der

Magnesia in der erzielten Lauge für die Alaundarstellung günstiger als bei der Oxydation bei gewöhnlicher Temperatur, indem die Eisensulphate theils zerstört, theils deren Bildung verhindert wird und die dadurch disponibel werdende Schwefelsäure eine ausgedehntere Bildung von schwefelsaurer Thonerde zur Folge hat.

In der That enthalten solche Erze, welche bei einer so hohen Temperatur oxydirt sind, dass die begleitende Kohle zum grössten Theile verbrannt ist, eine Menge lösbarer Thonerde, welche mehr als der Hälfte der gesammten entstandenen Schwefelsäure entspricht.

Während die von nur verwittertem Erz erzielten Laugen meist freie Säure enthalten, kann eine solche Beimischung in Laugen aus geröstetem Erz nie statthaben, jedoch ist der grössere Theil des schwefelsauren Eisenoxyduls bei letzteren in Oxydsalz übergegangen. Die nachstehenden Analysen von gerösteten und verwitterten Erzen geben ein Bild der Wirkung einer höheren Temperatur:

		a.	b.
Schwefels.	Thonerde	15,42 %	4,70 %
„	Eisenoxyd	10,43 „	0,38 „
„	Eisenoxydul	3,23 „	7,50 „
„	Magnesia	1,10 „	0,25 „
„	Alkalien	0,40 „	0,30 „
Kalk und	Chlor	Spuren	Spuren
Wasser		3,10 „	14,33 „
Unlöslich		65,50 „	73,50 „
		99,18 %	100,96 %

a. Röstasche von Kreuzkirche bei Neuwied, hellroth (Seger).

b. Verwittertes Alaunerz von derselben Halde, Kreuzkirche (Seger).

Es ist nicht zu leugnen, dass bei schneller Röstung leicht beträchtliche Verluste durch Sublimation von Schwefel und Entweichen von schwefliger Säure eintreten können, besonders wenn ein anhaltender Wind die Gluth der brennenden Halden sehr erhöht, doch lassen sich diese Verluste bei einiger Aufmerksamkeit auf ein Minimum reduciren durch ein Bedecken mit Laugerei-Rückständen, Erzkleie oder besser Lehm, und nach den Stellen leiten, welche in der Röstung zurückgeblieben sind.

Zur Erlangung einer möglichst grossen Ausbeute an löslichen schwefelsauren Salzen und Vermeidung von Verlusten durch Entweichen von schwefliger Säure ist es von wesentlichem Einfluss, wie die Alaunerze in Brand gesteckt werden und wie deren Abröstung geleitet wird. Es ist auf vielen Werken gebräuchlich, die Halden vor dem Entzünden erst vollkommen herzurichten; sie werden in einer Länge von 60 –200′, 10—16′ Breite und 6—8′ Höhe aufgeführt, alsdann in die Seitenwände Löcher eingestochen und in diesen Holzfeuer entzündet und mit guten stückigen Erzen bedeckt. Es schreitet auf diese Weise die Röstung von Aussen nach Innen vor; da jedoch die schon geröstete äussere und trockene Erzschicht schweflige Säure weniger leicht absorbirt, als noch kohlehaltige und feuchte Erze, so kann bei lebhafter Entwicklung von schwefliger Säure solche leicht unabsorbirt entweichen; es ist daher rathsam, nur solche Erzhalden von Aussen in Brand zu setzen, welche nicht gar zu lebhaft brennen; hat man jedoch Erze zu verarbeiten, welche in Folge sehr hohen Kohlen- und Kies-Gehalts mit lebhafter Temperaturentwicklung sich rösten, so ist es durchaus nöthig, den Prozess aus dem Innern der Halden beginnen zu lassen. Zu dem Ende führt man in der beabsichtigten Länge der Halde zwei kleine Erzdämme von etwa 2′ Höhe auf, deren Basen sich berühren, so dass sie zwischen sich einen Graben bilden; in diesem wird ein Holzfeuer entzündet, dasselbe

$^1/_2$—1′ hoch mit stückigem Erz überdeckt, und nach dessen Entzündung die Halde in gewöhnlicher Weise darüber aufgeführt. Es ist klar, dass bei dieser Art der Entzündung wegen geringeren Luftzutrittes die Temperatur nie ungewöhnlich hoch steigen kann, und wenn durch anhaltenden Wind eine starke Entwicklung von schwefliger Säure stattfinden sollte, so hat dieselbe immer eine hohe und feuchte Erzschicht zu durchstreichen, welche zu ihrer Absorption besser geeignet ist, als die äusserlich trockenen Erze bei der Entzündung von der Oberfläche; natürlich ist es aber auch hier nöthig, wenn die Oxydation bis nahe zur Oberfläche vorgeschritten ist, einer etwaigen zu starken Erhitzung durch einen Lehmbeschlag vorzubeugen.

Erze, welche bereits längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt waren und in Folge dessen aufgeblättert und zerfallen sind, lassen sich in der Regel nur schwierig, bei ungünstigem Wetter gar nicht entzünden; hat man zu gleicher Zeit frische noch grubenfeuchte Erze zur Verfügung, so ist es rathsam, dieselben für sich zu verarbeiten, die brennenden Halden mit den zerfallenen Erzen zu überdecken und damit fortzufahren in dem Maasse, als die vorhergehende Bedeckung sich erhitzt. Bleibt entweder in Folge von anhaltendem Regen und Kälte oder wegen pulviger Beschaffenheit der Erze die Röstung zurück, so dass ein Verlöschen zu befürchten steht, so sticht man mit einem spitzen Pfahl von der First der Halde bis auf deren Basis Löcher von 3—4 Zoll Weite ein; dieselben fallen allerdings nach einigen Tagen wieder zu, diese kurze Zeit genügt aber in den meisten Fällen, die Erhitzung im Innern wieder auf den erforderlichen Grad zu bringen.

Am besten und ohne grossen Verlust geschieht die Ueberführung des Schwefelkieses in Sulphate bei einer erst im Finstern sichtbaren Rothgluth und hat die Röstasche alsdann eine blassrothe Farbe; waren die Erze zu stark gebrannt, so sind sie dunkler roth und häufig gefrittet, bei zu

schwacher Röstung bleiben sie grau oder schwarz und zeigen alsdann einen grossen Gehalt an Eisensulphaten.

Ist die Röstung beendigt und eine Volumenverminderung der Erzhaufen nicht mehr zu befürchten, so müssen dieselben, wenn nicht gleich zu ihrer Verlaugung geschritten werden kann, zum Schutz gegen das Auswaschen durch Regen mit einem Lehmüberzuge versehen werden.

Die gemachten Vorschläge (Mohr, Klagenbusch), die Alaunerze in Oefen zu rösten, haben, und dies mit Recht, in der Praxis keine Beachtung gefunden, einmal der höheren Kosten wegen, gegenüber der Haldenröstung, und dann, weil eine vollständige Sulphatisirung bei geringen Schwefelverlusten nur bei Inangriffnahme sehr grosser Erzquantitäten leicht zu reguliren ist und eine auf kurze Zeit beschränkte Abröstung kleinerer Erzmengen grössere Schwefelverluste nach sich zieht, als die mindestens 6 — 9 Monate währende, langsamer aber sicherer wirkende Haldenröstung.

II. Bereitung der Rohlauge.

Die Auslaugung der verwitterten oder gerösteten Alaunerze geschieht in grossen gemauerten oder gezimmerten Sümpfen von sehr verschiedener Grösse, bis zu 30′ im Geviert und 1 — 3′ Tiefe; dieselben sind mit einem Blindboden aus über Rippen gelegten Brettern versehen und stehen meist durch hölzerne Röhren mit zwei Reservoiren in Verbindung, von denen das eine zur Aufnahme der siedewürdigen Lauge, das andere zur Aufnahme der Waschwässer bestimmt ist, welche wieder auf frisch auszulaugende Erzmassen aufgepumpt werden. Die Art der Auslaugung bietet nichts Besonderes und sind andere Systeme wohl nirgends zur Ausführung gekommen, einentheils, weil die Röstaschen der Alaunerze stets eine sehr grosse Menge unlöslicher Bestandtheile enthalten, deren systematische Fortbewegung zu viel Arbeit erfordert, anderentheils, weil bei den corrodirenden Eigenschaften der Laugen andere Materialien als Stein und Holz nicht anwendbar sind, und so grosse Gefässe sich füglich nicht anders als durch Einsenken in ein Bett von wasserdichtem Thon dicht erhalten lassen. Die Anzahl der anzuwendenden Laugensümpfe richtet sich nach ihrer Grösse und der Ausgiebigkeit der Erze; als durchschnittlich kann man für je 100 Cubikfuss täglich zu bewältigender Röstasche 1000 — 1400 Cubikfuss Sumpfinhalt annehmen.

Gewöhnlich begnügt man sich mit einer Concentration von 18—20 ° B. für die zum Versieden bestimmten Laugen und ist auch bei den gebräuchlichen Vorrichtungen eine höhere Grädigkeit in der Regel nicht zu erreichen, wenn man die Erze annähernd vollständig erschöpfen will, und ist man nur in seltenen Fällen im Stande, dieselbe bis auf 25 ° B. oder höher zu bringen. Das Alaunwerk Kreuzkirche, dessen Betrieb der Verfasser lange Jahre leitete, befand sich in der Lage, vermöge eines grossen Kiesgehaltes seiner Erze nur sehr salzhaltige Röstaschen zu verarbeiten, und konnte im Sommer, wo eine Salzausscheidung aus den Rohlaugen weniger zu befürchten ist, Lauge von 30—32 ° B. zur Siederei liefern, während bei kalter Witterung, um ein Versetzen der Köhrenfahrten durch Salze zu vermeiden, auf 25 — 26 ° B. zurückgegangen wurde.

Einige Werke (Schwemsal, Bornstaedt) verschmähen es, die leichteren Laugen durch Aufbringen auf frische Erze anzureichern und ziehen es vor, ihre dünnen Laugen durch Gradirung zu concentriren. Wenngleich die Concentration vermittelst Gradirung die billigste ist, welche nur gedacht werden kann, so glaube ich nicht, dieselbe für die Alaunfabrication besonders als empfehlenswerth anerkennen zu dürfen, einmal weil dadurch die aus später zu entwickelnden Gründen nicht gerade wünschenswerthe Vermehrung des Eisenoxyd-Gehaltes der Laugen begünstigt wird, andererseits, weil sie bei einer mehr systematisch betriebenen Laugung mit Anwendung dünner Laugen statt Wasser wohl umgangen werden könnte, also überflüssig erscheint. Wenn bei den jetzigen niedrigen Alaunpreisen Werke so geringhaltige Erze verarbeiten müssen, dass ihnen bei systematischer Behandlung ihrer verwitterten oder gerösteten Erze die Erzielung einer nicht mindestens ebenso concentrirten Rohlauge möglich ist, als sie durch Gradirung erreicht werden kann, so dürften sie als lebensfähig wohl nicht betrachtet werden können, und

doch zeichnen sich die Erze der vorerwähnten Werke durch grossen Schwefel-Gehalt vor vielen anderen aus. (Musprat pag. 63; Müller, Journal f. pr. Chem. vol. 59 pag. 257.)

Die Zusammensetzung der Rohlauge von 28 ° B. = 1,24 sp. G. von Kreuzkirche ist nach meiner Bestimmung folgende:

Schwefelsaure	Thonerde	12,79 %
„	Eisenoxyd	8,65 „
„	Eisenoxydul	2,67 „
„	Magnesia	0,91 „
„	Alkalien	0,33 „
Gyps- u. Chlorverbindungen		Spuren
Wasser		74,65 „
		100,00 %

III. Oxydation oder Reduction der Rohlaugen?

Wie auch die Beschaffenheit und die Eigenschaften der Alaunerze gewesen und mit welchem mehr oder minder günstigen Erfolg für die Sulphatbildung deren Oxydation bewerkstelligt sein mag, immer werden die erzielten Rohlaugen als Hauptbestandtheile die Sulphate von Thonerde, Eisenoxyd und -Oxydul enthalten. Während das schwefelsaure Eisenoxydul von dem durch Zusatz eines Kali- oder Ammoniacsalzes niedergeschlagenen Alaun leicht durch Waschen mit Wasser getrennt werden kann, geht das Eisenoxyd, als mit Thonerde isomorph, zum Theil mit in den Bau der Alaunkrystalle ein und wird beim Umkrystallisiren desselben mit Hartnäckigkeit wieder aufgenommen, so dass es nur durch öfter wiederholtes kostspieliges Raffiniren vollständig abgeschieden werden kann. Da ein Eisengehalt den Alaun für die meisten Verwendungen unbrauchbar macht, so ist eine möglichst vollständige Entfernung des Eisenoxyds aus der Rohlauge die nächste Aufgabe.

Es ist dieser Prozess, besonders bei Verwendung von Laugen, welche aus bei hoher Temperatur gerösteten Erzen stammen und bei gänzlichem Mangel an freier Säure stark eisenoxydhaltig sind, von grosser Wichtigkeit und mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, er ist aber auch zugleich der, bei welchem bisher durch eine Verschleuderung werthvoller Stoffe

allgemein am Meisten gesündigt wird. Auf solchen Werken, welche nur die schwefelsaure Thonerde ihrer Laugen berücksichtigen und die fallenden Mutterlaugen gar nicht oder wenig beachten, sucht man die Oxydation des Eisenvitriols dadurch, dass man die Rohlaugen längere Zeit in grossen Cisternen aufbewahrt, oder über Gradirstühle gehen lässt (Schwemsal, Bornstaedt, Godesberg), möglichst weit zu treiben, weil sich das entstehende schwefelsaure Eisenoxyd beim nachherigen Eindampfen, besonders wenn man die freie Säure durch Zusatz von basischem Alaun abstumpft, fast vollständig in Form eines krystallinischen Niederschlages, Vitriolschmand, abscheidet und dadurch ziemlich eisenfreier Rohalaun erzielen lässt. Es ist dieser Vortheil jedoch ziemlich theuer erkauft durch die grosse Menge von Alkali, welche hierdurch der Alaunbildung entzogen wird, wie aus der nachstehenden Analyse des Vitriolschmand von Kreuzkirche erhellt:

Schwefelsäure	37,5 %
Eisenoxyd und Thonerde	40,0 „
Kali	9,8 „
Gyps	2,3 „
Krystallwasser	11,9 „
	101,5 %

Abgesehen von dem grossen Alkaliverlust, der zum grössten Theil von schon fertig gebildetem Alaun hergenommen wird (von dem Kaligehalt der Erze, sowie Zusatz von basischem Alaun und der zum Laugen verwandten leichten Alaunwaschwässer), wird eine grosse Menge von Schwefelsäure und Eisen aus der Lauge entfernt, welche sich mit geringen Kosten als Eisenvitriol gewinnen lassen, in der erhaltenen Form aber ein meist werthloses und sehr lästiges Nebenproduct sind. Man verwendet dieses bas. Eisenoxyd-Thonerde-Kali nach vorherigem Schlämmen an manchen Orten zur Darstellung von caput mortuum, es liefert aber nur ein

sehr geringes Product wegen der schmutzig rothbraunen Nuance des erhaltenen Eisenoxyds nnd weil es aus einem krystallinischen Pulver entstanden, und dessen Pseudomorphose darstellend, als Farbe nur geringe Deckkraft besitzt.

Will r an nun den beträchtlichen 18% vom Gewicht des Niederschlages betragenden Verlust von schwefelsaurem Kali vermeiden und die zugleich entfernte Schwefelsäure zur Eisenvitriol-Darstellung nutzbar machen, so ist man gezwungen, die Lauge in einen solchen Zustand zu versetzen, dass die Bedingungen zur Bildung eines basischen Eisenoxydsalzes nicht mehr vorhanden sind, d. h. man muss das Eisenoxyd durch Reduction zu Oxydul in Lösung erhalten. Man gewinnt hierdurch nicht allein an Ausbeute, an Alaun wie Vitriol, sondern ist auch der so lästigen wie bei dem hohen spec. Gewicht der Garlauge oft schwierigen Operation des Klärens ganz überhoben.

Es ist bekannt, dass die neutralen Lösungen der Eisenoxydsalze Lösungsmittel für die meisten Metalle sind, dass sich dieselben, selbst Silber und Platin, darin unter Reduction in ein Eisenoxydulsalz nach der Gleichung:

$$Fe_2\,0_3,\,3\,S0_3 + M = M\,0,\,S0_3 + 2\,Fe\,0,\,S0_3$$

auflösen. Kocht man eine Auflösung von neutralem schwefelsaurem Eisenoxyd mit Eisen, so löst sich dasselbe unter stürmischer Gasentwicklung, ganz wie bei Anwendung verdünnter Schwefelsäure auf, während sich das Eisenoxyd vollständig als dreibasisches Salz ausscheidet

$$Fe_2\,0_3,\,3\,S0_3 + 2\,Fe + 2\,H0 = Fe_2\,0_3,\,S0_3 + 2\,Fe\,0,\,S0_3 + 2\,H.$$

Digerirt man dagegen Eisen bei einer 20° C. nicht übersteigenden Temperatur mit einem neutralen Eisenoxydsalz, so wird es ohne Wasserstoffentwicklung aufgenommen:

$$Fe_2\,0_3,\,3\,S0_3 + Fe = 3\,Fe\,0,\,S0_3$$

Bei Vergleichung der letzten beiden Formeln ist der

Weg angezeigt, welchen man einzuschlagen hat, um rationell zu arbeiten, und es ist unbegreiflich, warum bei Verarbeitung der Roh- und Mutterlaugen auf Vitriol die Reduction des Eisenoxyds stets in Siedhitze durch Eisenabfälle vorgenommen wird, während sie in der Kälte viel einfacher und ökonomischer bewerkstelligt werden kann und dadurch die Gefahren beseitigt werden, welche den Siedekesseln und Pfannen durch Aufbrennen der sich ausscheidenden bas. Salze erwachsen. In der Hitze verbraucht man auf 1 Aeq. Eisenoxyd 2 Aeq. Eisen und erhält 2 Aeq. Vitriol, während bei Reduction in der Kälte mit 1 Aeq. metallischem Eisen 3 Aeq. Vitriol erzielt werden und man die Annehmlichkeit hat, mit einer klarbleibenden Lauge zu operiren. Ich habe diese Art der Reduction auf dem Alaunwerke Kreuzkirche eingeführt und hat sich dieselbe gut bewährt; sie ist je nach dem Oxydgehalt der Laugen und der herrschenden Temperatur in längerer oder kürzerer Zeit beendigt, bei 18—20 ° C. in 6—10 Stunden, bei 8—10 ° C. in 20—24 Stunden, bei sehr niedriger Lufttemperatur, 5—10 ° C., sind $2^1/_2$—3 Tage erforderlich.

Die Ausführung ist äusserst einfach: Man füllt ein grosses Holzreservoir, welches am Boden eine Zapfenöffnung hat, mit Eisenabfällen, Blech- und Drathschnitzeln etc. bis zum Rand locker geschichtet an, bringt alsdann die Rohlauge hinein. Dieselbe erwärmt sich bei der Einwirkung auf das Eisen um einige Grade, und hat man nur auf den Zeitpunkt Acht zu geben, wenn die ursprüngliche gelb- oder kaffeebraune Farbe in ein blasses Grün übergegangen ist, um sie unverzüglich in ein anderes Reservoir abzuzapfen, aus welchem die Concentrations-Apparate gespeis't werden. Hat man den richtigen Zeitpunkt abgepasst, so bleibt die Lauge beim nachherigen Abdampfen klar, oder lässt nur einen geringen, meist aus Gyps bestehenden Niederschlag fallen; lässt man die Lauge länger als zur Reduction des Eisenoxyds nöthig, mit den Eisenabfällen in Berührung, so wird auch

die schwefelsaure Thonerde angegriffen und giebt beim Versieden zur Fällung von bas. Alaun Veranlassung, doch lässt sich dies bei einiger Aufmerksamkeit leicht vermeiden. Man ist so in der Lage, Klärgefässe für die Garlauge ganz entbehren zu können und ist der so lästigen Sedimente ganz entledigt.

IV. Concentration der Laugen.

Der Grad der Concentration, auf welchen man die Alaunlaugen zu bringen hat, um das Quantum der nach der Ausfällung des Alauns verbleibenden Mutterlauge möglichst zu verringern, ist abhängig von der Zusammensetzung derselben und der herrschenden Temperatur im Krystallisationsraume, und ist zu dessen Beurtheilung maassgebend, einerseits dass man das gleichzeitige Auskrystallisiren des leichter löslichen Vitriols mit dem Alaun durch Anwesenheit einer genügenden Wassermenge verhindert, andererseits dass man eine Mutterlauge erzielt, welche ihrem Sättigungspunkte für die Nebensalze der Lauge möglichst nahe gebracht ist.

Versiedet man die Rohlauge in dem Zustande, wie sie von der Laugerei geliefert wird, so kann dieselbe, je nach der mehr oder minder vollständigen Ausscheidung des Eisenoxydsulphats ohne Gefahr bis 35—40 ° B (bei Siedhitze) concentrirt werden; hat man aber sehr vitriolhaltige Laugen, oder hat man das Eisenoxydsalz reducirt, so dass die Laugen relativ eisenhaltiger sind, so wird man in der Regel nicht über 30—32 ° B. hinausgehen dürfen, ohne eine grosse Verunreinigung des Alauns mit Eisenvitriol zu verursachen; es erscheint daher im letzteren Falle, und aus Gründen, welche später entwickelt werden, gerathen, ehe man zur Ausfällung des Alauns schreitet, den grössten Theil des Eisenvitriols zuerst abzuscheiden und zwar durch sehr starkes Eindampfen

als ein wenig gewässertes Salz und so eine Lösung von 43—44 ⁰ B. herzustellen, in welcher fast nur schwefelsaure Thonerde und fertig gebildeter Alaun enthalten ist. —

Die Concentrationsapparate, welche zum Eindampfen der Alaunrohlaugen benutzt werden, sind zweierlei Art, nämlich solche, bei welchen die Lauge von den Feuergasen durch eine Metallwand getrennt ist, Kessel und Pfannen, oder solche, bei welchen die Feuergase mit der Lauge in unmittelbare Berührung kommen — Flammöfen.

Die früher allgemein gebräuchlichen Bleipfannen sind wohl jetzt bis auf wenige Exemplare (Schwemsal) aus der Praxis verschwunden, weil sie bei der Eigenschaft der Laugen einen leicht festbrennenden Niederschlag absetzen, sehr dem Durchschmelzen und Verwerfen ausgesetzt sind und fast immerwährender Reparaturen bedürfen. Will man Metallgefässe für die Abdampfung verwenden, so sind nur grosse gegossene Eisenkessel, die man in einer Grösse von 25—100 Cubikfuss Inhalt verwendet, empfehlenswerth. In der Regel mauert man dieselben so ein, dass die Flamme zuerst den Boden, dann die Seitenwände ringsum bestreicht; in manchen Fällen lässt man die Feuergase auch nur um die Seitenwände gehen, um den empfindlichen Boden vor dem Zerspringen zu schützen. Wie bei den Bleipfannen, so ist auch hier die grösste Vorsicht nöthig, und hat man, um deren Haltbarkeit sicher zu sein, zwei Klippen zu vermeiden. Die Wände des Kessels müssen nämlich stets, um sie vor den lösenden Wirkungen der Lauge zu schützen, mit einem Kesselstein überzogen sein, dessen erste Bildung durch einen dünnen Ueberzug mit einem Mörtel aus Kalk und Steinkohlenasche bewirkt wird, dann aber muss man dafür sorgen, dass dieser Kesselstein, welcher durch Auflagern von aus der Lauge beim Kochen sich niederschlagendem basischen Salz sehr rasch, bei einem Sud manchmal $^1/_2$—$^3/_4$″ an Dicke zunimmt, nicht zu sehr anwachse, einmal im Interesse des

Brennmaterialverbrauchs, dann weil bei einem Erglühen des Kesselbodens und gleichzeitigen Loslassen des schützenden Ueberzuges ein Zerspringen fast unvermeidlich ist. Es leuchtet ein, dass der Verbrauch an Brennmaterial ein sehr grosser ist und das häufige Zerspringen, wenn die Kessel nicht aus vorzüglichem weichen Holzkohleneisen hergestellt sind, grosse Kosten verursacht; Kessel oder Pfannen aus Schmiedeeisen sind aber gar nicht brauchbar, weil sie bei dem häufigen stellenweisen Loslassen des Steins in kurzer Zeit durchgefressen würden. Diese Uebelstände haben schon früher auf den Gedanken geführt, die Concentration in gemauerten Flammöfen bei directer Berührung der Lauge mit den Feuergasen auszuführen, und wurden solche Apparate zuerst in Deutschland auf den böhmischen Vitriolwerken eingeführt, denen dann bald die in Sachsen und am Rhein gelegenen folgten. Diese Oefen, welche eine bedeutende Ersparniss an Brennmaterial gestatten, die man noch durch Anwendung von Gasfeuerungen (Bonn) zu erhöhen suchte, haben jedoch auch nicht in allen Beziehungen befriedigende Resultate geliefert, und ist ein regelmässiger ungestörter Betrieb bei ihnen ebensowenig zu erreichen gewesen, wie bei den früheren Anlagen, weil bei der geringsten eintretenden Undichtigkeit des Mauerwerks, durch die Krystallbildung der in die Mauern eindringenden Lauge, dieselben mit einer Kraft auseinandergetrieben werden, welche jeder Verankerung spottet, und werden hierdurch zuweilen so grosse Laugenverluste erzeugt, dass die Vortheile der Brennmaterialersparniss aufgehoben werden. Die geringe Haltbarkeit der Flammöfen hat besonders darin seinen Grund, dass man dieselben nach jedem 24—48 Stunden währenden Sud entleert und wieder mit kalter oder vorgewärmter Lauge füllt; den hierdurch hervorgerufenen Temperaturschwankungen kann das Mauerwerk nicht wiederstehen und ist einmal Lauge in die Fugen desselben eingedrungen, so geht die Zerstörung mit Riesenschritten

vorwärts. Das einzige Mittel, um den Flammöfen eine grössere Haltbarkeit und ein wesentliches Uebergewicht über die anderen Abdampfapparate zu verleihen, besteht darin, dass man es möglich macht, zur Erhaltung einer gleichmässigen Temperatur, einen continuirlichen Betrieb mit denselben auszuführen.

Es ist eine solche Construction der Flammöfen natürlich zwecklos, so lange man Laugen verwendet, die so grosse Mengen fester Körper beim Erhitzen fallen lassen, als es gewöhnlich geschieht, sondern nur dann mit Vortheil zu verwenden, wenn man Laugen versiedet, welche nach vorhergegangener Reduction des darin enthaltenen Eisenoxyds klar bleiben. Unter der genannten Voraussetzung ist man im Stande, ohne einer Entleerung des Ofens zu bedürfen, 4—5 Monate ununterbrochen zu sieden, und ist nur durch die Nothwendigkeit, die in die Laugenpfanne gefallene Flugasche auszuräumen zu einer Unterbrechung des Betriebes gezwungen. Bei der Anlage eines solchen Ofens hat man besonders auf folgende Punkte Rücksicht zu nehmen.

1) Man giebt demselben eine möglichst grosse Längendimension, um den Feuergasen eine recht lange Einwirkung auf den Laugespiegel zu gestatten.

2) Man muss, um die Bildung einer die Verdampfung beeinträchtigenden Salzhaut zu vermeiden, die in den Ofen einzuführende Lauge am Feuerende der Pfanne eintreten lassen, und das Zuleitungsrohr dicht unter dem Laugenspiegel münden lassen.

3) Da die Lauge am Boden der Pfanne das höchste specifische Gewicht zeigt, ist der Abfluss derselben (am Boden) unten anzubringen und zwar an der dem Feuer entgegengesetzten Seite, ausserdem muss der Laugenbehälter des Ofens zur Erhaltung eines gleichen Flüssigkeitsniveau's mit einem kleinern Gefässe communiciren, aus welchem aus einem auf der Niveauhöhe der Lauge angebrachten Ausfluss-

rohr ein steter Ausfluss von Garlauge in dem Maasse stattfindet, als am Feuerende Rohlauge einfliesst.

Ein nach diesen Principien zu Kreuzkirche construirter Ofen liefert bei einer Länge von 60 Fuss, $4^1/_2$ Fuss Breite und 2 Fuss Laugenhöhe und einer 12 Quadratfuss grossen Rostfläche in 24 Stunden, mit einem Kohlenverbrauch von $3-3^1/_2$ Tonnen 180—200 Cubikfuss Garlauge von $37-38^0$ B. bei Verarbeitung von Rohlauge von $27-28^0$ B.

Ausser den besprochenen Vorrichtungen zur Concentration von Vitriol und Alaunlaugen ist noch eine Art zu erwähnen, welche, wenn nicht andre Gründe für ihre Anwendung sprächen, sich durch einen geringen Kohlenverbrauch gerade nicht empfiehlt, jedoch dann gute Dienste leistet, wenn man sehr hohe Concentrationsgrade erreichen und hierdurch einen Theil des Eisenvitriols aus der Lauge entfernen will.

Es ist dies System unter Anderen auf den grossen Werken zu Buxweiler im Elsass in grösstem Maassstabe zur Anwendung gebracht und dadurch characterisirt, dass die Feuergase ein in einer gemauerten Laugenpfanne liegendes Röhrensystem durchstreichen und auf diese Weise der Lauge Wärme zuführen. Es bietet dieses Arangement den Vortheil gegen die Benutzung von Metallpfannen und Kesseln, dass sich die erhitzten Flächen nicht in dem Maasse, wie bei diesem mit festen Ausscheidungen überkleiden können, indem die Sedimente unter dem erwärmenden Röhrensystem Platz zur Ablagerung finden, diese Pfannen theilen jedoch in Bezug auf Haltbarkeit alle Nachtheile der periodisch-arbeitenden Flammöfen.

V. Trennung von Alaun und Eisenvitriol.

Die Trennung des Eisenvitriols und Alauns, nach Zusatz eines Alkali zur concentrirten Lauge geschieht fast ausschliesslich durch eine abwechselnde Krystallisation, und zwar in der Weise, dass man bei überwiegendem Eisenvitriolgehalt den grössten Theil desselben zuerst anschiessen lässt, und die verbleibende nunmehr an Thonerdesulphat angereicherte Mutterlauge auf Alaun verarbeitet. Ist die Rohlauge jedoch reich an schwefelsaurer Thonerde und in Folge dessen aus den bei der Besprechung der Röstung angeführten Gründen auch relativ arm an Eisenoxydul und reicher an Eisenoxydsalz, so verarbeitet man dieselbe, während das Eisenoxyd zum grössten Theil beim Eindampfen als bas. schwefelsaures Eisenoxyd-Kali niederfällt, zuerst auf Alaun und bei Anwendung schwefelsaurer Alkalien zu dessen Präcipitation, nach weiterem Eindampfen unter Zusatz von Eisenabfällen auf Vitriol. Will man jedoch bei Verarbeitung solcher Laugen die grossen Mengen von ausfallendem basischen Eisensalz für die Vitriolfabrikation verwerthen und reducirt daher vor dem Versieden dasselbe zu Eisenvitriol, so wird man nunmehr nicht mehr so weit concentriren dürfen, ohne eine Ausscheidung von Vitriol gleichzeitig mit dem Alaun befürchten zu müssen, und in Folge dessen grössere Mengen von leichterer Mutterlauge behalten, welche als mit Alaun gesättigt, grössere Verluste an demselben herbeiführen.

Da die Ausbeute an Alaun um so grösser ist, je kleiner das Volumen, auf welches man die Lösung der schwefelsauren Thonerde bringen kann, je weniger Mutterlauge man also erhält, erwägt man ferner, dass eine kleine Beimengung von Vitriol im Alaun leicht durch Waschen und Raffiniren entfernt werden kann, dass dagegen eine Verunreinigung des Vitriols durch Alaun durch ein einfaches Umkrystallisiren nicht wieder gut zu machen ist, und abgesehen von dem höhern Werthe des letztern, den Vitriol für viele Verwendungen unbrauchbar macht, so scheint es geboten, einen Weg zur Trennung beider Salze einzuschlagen, welcher eine schärfere Scheidung gestattet, als eine fractionirte Krystallisation. Berüksichtigt man, dass der Vitriol nach dem bisher üblichen Verfahren durch Eindampfen und Krystallisiren aus einer in der Kälte mit Alaun gesättigten Lösung gewonnen wird, so muss derselbe einen Alaungehalt aufweisen, welcher im günstigsten Falle gleich ist der Menge, welche das verdampfte Wasser in Auflösung halten konnte. Die Eisenvitriolsorten, welche von Alaunwerken stammen, enthalten stets grosse Mengen von Alaun, in der Regel nicht unter 12—15% und haben in Folge dessen einen geringeren Handelswerth als solche, welche direct aus reineren Materialien hergestellt sind.

Vergleicht man das Verhalten einer heiss gesättigten Eisenvitriollösung gegenüber dem einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde, so ist hierin ein Mittel gegeben, welches eine nahezu vollständige Scheidung und mithin eine wesentlich vermehrte Alaunausbeute ermöglicht. Dampft man eine Lösung von Eisenvitriol ab, so steigt ihr spec. Gewicht stetig bis 1,36 und zeigt alsdann einen Salzgehalt von ca. 40%; bei weiterer Wasserentziehung nimmt das spec. Gewicht derselben nicht mehr zu, sondern es scheidet sich eine dem verdampften Lösungsmittel entsprechende Menge des Salzes

$$Fe\ 0,\ S\ 0_3 + 2\ H\ 0.$$

in Form eines weissen Krystallmehles aus.

Bei einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde findet eine solche Salzausscheidung nicht statt, sondern dieselbe lässt sich bis auf eine dickflüssige, zuletzt fadenziehende Masse eindunsten, welche einen geringern Wassergehalt zeigt, als das krystallisirte Thonerdesulphat

$$A\ 1_2 0_3,\ 3\ S\ 0_3 + 18\ H\ 0.$$

Concentrirt man daher eine gemeinschaftliche Lösung beider Salze, d. h. Alaunrohlauge über den Sättigungspunkt des Vitriols hinaus, so kann bei Ersatz des verdampfenden Wassers durch Lauge, nur der Gehalt an schwefelsaurer Thonerde weiter zunehmen, während alles zugeführte schwefelsaure Eisenoxydul sich wegen Mangels an Lösungsmittel unlöslich ausscheiden muss. Der Ausscheidung des Eisenvitriols kommt noch der Umstand wesentlich zu Statten, dass bei steigendem Gehalt an schwefelsaurer Thonerde die Löslichkeit desselben immer geringer wird, und schliesslich bis auf ein Minimum ausgefällt werden kann. Verwendet man zur Präcipitation des Alauns nur schwefelsaure Alkalien, so kann die Concentration der Lauge unter Abscheidung des Eisenvitriols möglichst weit getrieben werden, bis auf 44° B. oder 1,435 spec. Gewicht; zieht man jedoch vor, zu diesem Zwecke Chlorkalium zu verwenden, so ist es nöthig, die zur Umwandlung desselben in schwefelsaures Kali erforderliche Menge von Eisenvitriol in der Lauge zu belassen.

Die praktische Ausführung einer solchen Fällung des Vitriols lässt sich nicht mittelst der gewöhnlichen zur Concentration der Alaunlaugen dienenden Apparate ausführen; in Kesseln und Bleipfannen nicht, weil der sich ausscheidende gering gewässerte Eisenvitriol ausserordentlich zum Festbrennen geneigt ist, welches man auch nicht durch sorgfältiges Auskrücken des Niederschlages verhindern kann, und mit den grössten Gefahren für ein Zerspringen resp. Durchschmelzen der Siedegefässe verbunden ist; in Flammöfen nicht, weil bei der in hoher Concentration eintretenden Dickflüssig-

keit der Lauge die Wärmemittheilung nicht schnell genug nach den unteren Schichten derselben erfolgen kann und sich in Folge dessen dieselbe mit einer Salzhaut überzieht, welche eine weitere Verdampfung unmöglich macht. Es ist ohne Gefahr nur eine solche Anordnung in Bezug auf die Wärmezuführung statthaft, dass das aus der Lauge ausfallende Krystallpulver sich nicht auf erhitzte Metallflächen auflagern kann. Die gemauerten Abdampfpfannen mit eingelegten Feuerungsrohren, wie sie in Buxweiler im Elsass in Anwendung sind, entsprechen diesem Zwecke in sofern ganz gut, als der sich auf dem Boden der Pfanne abscheidende Vitriolniederschlag mit den höher gelegenen Heizrohren nicht in Berührung kommt und die von den Wärme zuführenden Metallflächen ausgehenden Flüssigkeitsströmungen ein Auflagern des Vitriols, wenn auch nicht ganz verhindern, so ihm doch entgegenwirken. Diese Niederschlagspfannen haben jedoch den Nachtheil einer geringen Haltbarkeit, da sie aus Materialien von verschiedener Ausdehnbarkeit in der Wärme hergestellt, leicht undicht werden und bei der zerstörenden Einwirkung der in das Mauerwerk eindringenden Lauge häufiger Reparaturen bedürfen. Da die den langen Seiten der Pfannen parallel laufenden Feuerrohre an beiden Enden eingemauert werden, und da sie sich stärker ausdehnen als die Mauerungen, so sind Undichtheiten in den letzteren gar nicht zu vermeiden; ich habe mich daher veranlasst gesehen, Abdampfpfannen dieser Art mit der Abänderung zu erbauen, dass ich dem Mauerwerk einen Ueberzug von Bleiplatten gab und diese mit den Feuerrohren laugendicht verband, die Rohre jedoch nur an dem Feuerende fest einmauerte, das andere Ende aber nur lose in einer Maueröffnung ruhen liess, um einen Druck auf die Mauer zu vermeiden. Die Einrichtung einer solchen Siedepfanne ist folgende: Der Behälter zur Aufnahme der zu concentrirenden Lauge ist ein viereckiger gemauerter Kasten von 12 Fuss Länge, 6 Fuss Breite

und 5 Fuss Tiefe, und zum Schutz gegen das Eindringen von Lauge in die Mauerung mit einem Ueberzug von $1^1/_2$ mm dicken Bleiplatten versehen. In einer Höhe von $1^1/_2$ Fuss vom Boden laufen durch diesen Kasten parallel mit den langen Seiten 2 gusseiserne Rohre von 14″ äusserem Durchmesser und 1″ Wandstärke. Dieselben sind an den Stellen, wo sie die Stirnwände der Pfanne berühren, mit Flantschen versehen, welche zur Befestigung von kurzen in die Mauern eingreifenden Stutzen und zu gleicher Zeit zur dichten Verbindung der Bleibekleidung mit den Rohren dienen. Die Feuerung befindet sich an einer der kurzen Seiten der Pfannen und ist durch zwei Kanäle mit den Feuerrohren verbunden; um letztere, so weit sie in der Mauer befestigt und also äusserlich nicht von Lauge umspült sind, vor der Wirkung der Stichpfannen zu schützen, sind sie durch Einschiebung eines $1^1/_2$′ langen Chamotterohres von 8″ Weite vor unmittelbarer Berührung mit der Flamme bewahrt. Die hinteren Enden der Feuerrohre münden ohne mit der Mauerung fest verbunden zu sein, in einen Canal, welcher die abgekühlten Feuergase nach der Esse führt. Es ist zweckmässig, die Chamottefütterungen der Heizrohre nicht ganz concentrisch in dieselben einzulegen, indem in diesem Falle die hineinschlagende Flamme eine spiralförmig rotirende Bewegung annimmt und dadurch eine gleichmässigere Erwärmung und bessere Ausnutzung der Hitze herbeigeführt wird.

Es erscheint mir die einzig empfehlenswerthe Methode, wenn man nahezu die theoretische Menge an Alaun aus den Laugen ausbringen will, nur in der Weise zu verfahren, dass man alle Eisenoxydsalze derselben in Oxydulsalze überführt, den grössten Theil derselben durch sehr starkes Eindampfen, über den Sättigungspunkt der Lauge hinaus abscheidet und nur gerade soviel in Lösung lässt, als zur Bildung von schwefelsauren Alkalien aus den zugesetzten Alkaliensalzen erforderlich ist, so dass man das Thonerdesulphat in höchster, nur

möglicher Concentration zur Alaunbildung benutzt. Verwendet man alsdann zum Umkrystallisiren des entwässerten Vitriols statt Wasser schon mit Vitriol nahezu gesättigte reducirte Rohlauge, so ist mit dem stärkeren Eindampfen kein grösserer Aufwand an Brennmaterial verbunden, weil sich das fehlende Krystallwasser des Vitriols aus der Lauge bis auf 7 Aeq. ergänzt, di eLauge hierdurch also concentrirt wird.

Für die praktische Ausführung empfiehlt es sich, die Rohlauge gemischt mit vom Umkrystallisiren des Vitriols fallender Mutterlauge zuerst im Flammofen bis zum Sättigungspunkt für Vitriol, d. h. 37—38 ⁰ B. zu concentriren, dann zur weiteren Abdampfung bis auf 42—44 ⁰ B. und zur Abscheidung des Eisenvitriols in die Niederschlagspfannen zu bringen. Ist die Scheidung zwischen Vitriol als Krystallpulver und schwefelsaurer Thonerde (und Alkalien wie Magnesia) in der Lösung bewerkstelligt, so wird letztere mittelst in passenden Höhen angebrachter Abzapföffnungen entfernt, der Niederschlag aber nach einmaligem Abspülen mit Rohlauge, in solcher gelöst und zur Krystallisation gebracht; es wird dadurch ein Vitriol erzielt, welcher bedeutend reiner als der sonst aus Schwefelkies erzielte ist und in Folge dessen einen höhern Handelswerth hat. Benutzt man zum Niederschlagen des Alauns schwefelsaures Kali oder Ammoniak, so kann man die geringe Menge der nach dem Auskrystallisiren des Alauns verbleibende Mutterlauge wieder mit Rohlauge zusammen verarbeiten; wurde Chlorkalium angewendet, so enthält sie zum grössten Theil nur Eisenchlorür und Chlormagnesium und ist alsdann abzusetzen.

Bei dieser Combination wird beim Abkühlen solcher Laugen, welche eine Concentration durch Abdampfen erfahren haben, stets nur Alaun zur Krystallisation gebraucht, während der Eisenvitriol als Handelsprodukt nur aus einer mit Alaun nicht gesättigten Lösung, entgegengesetzt dem alten Verfahren durch Gewinnung aus Alaunmutterlauge, gewonnen wird;

die Folge davon ist eine Mehrgewinnung von 10—20% Alaun, ohne grössere Kosten, welcher früher als Verunreinigung des Vitriols verloren ging.

Kann man den Flammofen nicht in einer solchen Höhe anlegen, dass die Lauge direct aus demselben in die Niederschlagspfannen ablaufen kann, ist man also zur Anlage von Hebevorrichtungen gezwungen, so lassen sich die für kalte Laugen gebrauchten Pumpen von Holz oder Hartblei nicht anwenden, wegen der Leichtigkeit, mit welcher die heisse Lauge Krystalle absetzt, welche bald Rohrleitungen und Ventile versetzen würden. Es empfiehlt sich in diesem Fall die Anwendung eines Heronsballes, der, zugleich als Reservoir für 37—38 ° B. schwere Lauge dienend, mit schlechten Wärmeleitern umgeben ist, und in welchem der zum Heben erforderliche Druck durch Dampf oder durch eine kleine Luftpumpe erzeugt wird.

VI. Gewinnung des Rohalaun und dessen Reinigung.

Auf welche Weise man auch die Lauge für schwefelsaure Thonerde angereichert hat, ob durch Auskrystallisiren, oder Ausfällen in der Hitze ein Theil des Eisenvitriols fortgeschafft, oder endlich ob die Eisensalze in Form von schwefelsaurem Eisenoxyd-Kali, Vitriolschmand zum grossen Theil abgeschieden sind; immer wird man erst dann zur Zuführung des zur Alaunbildung erforderlichen Kali schreiten, wenn die schwefelsaure Thonerde in möglichster Concentration zur Verfügung steht. Die Rohlaugen zeigen zwar stets einen Kaligehalt, herrührend von den Erzen, von zur Laugung benutzten Alaunwaschwässern und in der Rohlauge aufgelös'tem basischen Alaun; dieser Kaligehalt ist jedoch niemals hinreichend, um die gesammte schwefelsaure Thonerde in Alaun überzuführen, und wird überdem, wenn man keine Reduction des Eisenoxyds vornimmt, zum grössten Theil oder ganz beim Eindampfen zur Bildung des Vitriolschmand verwandt und so aus der Lauge entfernt. In vielen Fällen löst man das als Niederschlagsmittel zu verwendende Kali oder Ammoniaksalz in der Lauge kurz vor deren Gare auf, welcher Zusatz in der Regel mit einer erneuten starken Bildung von basisch-schwefelsaurem Eisenoxyd-Kali (oder -Ammoniak) verbunden ist, bringt dieselbe dann in die Klärgefässe, darauf in die Schüttelkästen zur Alaunabscheidung, oder aber man klärt

die Garlauge vor dem Alkalizusatz und vermischt sie, wenn sie nahezu erkaltet ist, mit einer concentrirten Lösung eines Kali oder Ammoniaksalzes; das so gewonnene Alaun-Mehl ist in diesem Falle aber häufig durch grosse Mengen basischer Salze verunreinigt, welche die weitere Raffinirung erschweren.

Als Niederschlagsmittel für Alaun werden nur Kali- und Ammoniaksalze, niemals Natronsalze angewendet, weil der Natronalaun sehr leicht löslich ist, und sich dadurch vom Eisenvitriol nicht trennen lässt.

Die hauptsächlichsten im Handel vorkommenden Salze als Niederschlagsmittel sind folgende:

1) Neutrales schwefelsaures Kali, herstammend von der Reinigung der Pottasche, als Nebenproduct in Färbereien etc., dann aus Stassfurter Kalisalz hergestellt oder aus Kelp von der Vorbereitung herrührend.

2) Saures schwefelsaures Kali würde bei der jetzt allgemeinen Darstellung der Salpetersäure aus Natronsalpeter nur in seltenen Fällen zu erlangen sein.

3) Chlorkalium, aus Stassfurter Abraumsalz mit 80—97% KCl. aus Rübenmelasseschlempe mit 70—85% KCl., aus Kelp und Varec, Seesalz- und Salinenmutterlaugen gewonnen, endlich, jedoch jetzt schon selten, Seifensiederfluss aus Unterlauge mit einem 40% selten übersteigenden KCl.-Gehalt.

4) Kohlensaures Kali, als Pottasche, Pottaschenabfälle, Aschenlauge, sind nur bei sehr sauren Laugen oder gleichzeitiger Anwendung von saurem schwefelsaurem Kali verwendbar.

5) Schwefelsaures Ammoniak aus Theerwässern oder Urin stammend mit einem Gehalt bis zu 99,5%.

Da es bei den ganz gleichen Eigenschaften des Kali- und Ammoniak-Alauns in den meisten Fällen gleichgültig ist, welchen von beiden man verwendet, die Atomgewichte beider auch nicht sehr von einander differiren, so ist die Anwendung des einen oder anderen Niederschlagsmittels einzig durch den

Preis desselben bestimmt, doch ist hierbei in Rechnung zu ziehen, dass bei Anwendung von Chlorkalium nur eine bedeutend geringere Vitriolausbeute erzielt werden kann, als bei Verwendung von schwefelsaurem Kali oder Ammoniak.

Trotz der enormen Kalisalzproduction in Stassfurt sind die Preise für entfernter liegende Alaunwerke, z. B. die der Rheinprovinz noch so hoch, dass diese meist — bei gleichzeitiger Production von Eisenvitriol — vortheilhafter, wie auch die französischen Werke, mit schwefelsaurem Ammoniak arbeiten werden, während auf den Fabriken Nord- und Nordost-Deutschlands ausschliesslich Kalialaun producirt wird.

Die Menge des zur Ausfällung aller schwefelsauren Thonerde erforderlichen Alkalisalzes bestimmt man mit genügender Sicherheit in der Weise, dass man in einem graduirten Cylinder ein bestimmtes Volum von Garlauge mit einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Ammoniak ausfällt, nach dem Decantiren der Mutterlauge mit einer concentrirten Alaunlösung das erhaltene Krystallmehl ausfällt, und aus dem Volumen des erzielten Alauns und dem Kali oder Ammoniakgehalt des Flussmittels das erforderliche Quantum des Letzteren berechnet.

Es empfiehlt sich, sofern man die fallenden Mutterlaugen noch verarbeitet, nur $^6/_7$—$^7/_8$ des nöthigen Alkalizusatzes zu machen, nur bei Laugen, welche ausser Betrieb gestellt werden, muss alle schwefelsaure Thonerde in Alaun verwandelt werden.

Die Krystallisation der mit der erforderlichen Menge Kali oder Ammoniaksalz versetzten Lauge geschieht in gemauerten oder hölzernen Gefässen und liefert nach 2—8 Tagen den Alaun in Gestalt grösserer oder kleinerer Krystalle. In den meisten Fabriken ist man jetzt dazu übergegangen, die Ausscheidung des Alauns in grossen flachen Holzkasten, Schüttelkasten, unter häufigem starken Umrühren vorzunehmen, um ein Product zu erzeugen, aus welchem sich seiner feinkörnigen Beschaffenheit wegen sehr eisenhaltige Mutterlauge besser entfernen lässt, als aus den meist sehr lamellösen

durch langsames ungestörtes Anschiessen gebildeten grösseren Krystallen. Es ist zwar die Erzeugung des kleinkrystallirten Alauns, — Mehls — mit einem grösseren Arbeitsaufwand verknüpft, bietet aber andererseits wegen der grösseren Reinheit des Productes so wesentliche Vortheile, dass man wohl nirgends, wo die Niederschlagung des Alauns in Mehlform eingeführt ist, wieder davon zurückgehen wird.

Der Rohalaun, wie er aus so unreinen Laugen gewonnen werden kann, zeigt nie den Grad von Reinheit, welcher für die meisten Verwendungen desselben, namentlich für die Zwecke der Färberei verlangt werden muss, und muss je nach der Grösse seines Eisengehaltes einer ein- oder mehrmaligen Raffination durch Umkrystallisiren aus einer geringen Wassermenge unterworfen werden.

Die dem Thonerdealaun entsprechende und isomorphe Verbindung des Eisenoxyds, $KO, SO_3 + Fe_2O_3, 3\ SO_3 + 24\ HO$ weicht in ihren Löslichkeitsverhältnissen nicht sehr von denen des Alauns ab, geht daher sehr gern beim Umkrystallisiren wieder in den Bau der Krystalle ein und ist vollständig nur durch ein oft wiederholtes Raffiniren zu entfernen. Der Gehalt des Alauns an Eisenalaun ist abhängig einerseits von dem grösseren oder geringeren Eisenoxydgehalt der Laugen, aus welcher er angeschossen ist, andererseits von der Menge des zur Ausfällung angewendeten Alkali. Fällt man aus einer eisenoxydhaltigen Lösung von schwefelsaurer Thonerde nur einen geringen Theil der letzteren durch ein Kali oder Ammoniaksalz aus, so ist der erhaltene Alaun fast eisenfrei, der Eisengehalt nimmt jedoch zu in dem Maasse, als man sich der zur vollständigen Umwandlung erforderlichen Menge des Fällungsmittels nähert. Unter sonst gleichen Umständen scheint Ammoniakalaun einen grössern Eisengehalt aufzunehmen als Kalialaun.

Da die nach dem allgemein üblichen Verfahren verarbeiteten Laugen in Folge der neben dem Niederschlage von

basisch-schwefelsaurem Eisenoxyd-Kali sich bildenden freien Schwefelsäure, nach dem Kochen immer noch grössere oder geringere Mengen Eisenoxyd enthalten, so wird auch im Allgemeinen der daraus erzielte Alaun einen grösseren Eisengehalt aufweisen, als solcher, bei dessen Herstellung die freie Säure entweder durch Zusatz von basischem Alaun, oder eines kohlensaures Kali haltenden Flussmittels abgestumpft ist, oder der Eisenoxydgehalt nach dem oben beschriebenen Verfahren fortgeschafft wurde und demnach einer häufigeren Raffinirung bedürfen, um auf denselben Grad der Reinheit zu kommen, als der letztere.

Die Bestimmungen des Eisengehaltes verschiedener Producte und Halbproducte geben hierüber Aufschluss.

1) Gewaschenes Alaunmehl Fe_2O_3 = Eisenalaun von Kreuzkirche (Seger)

aus nicht reducirter Lauge	0,83 %	4,95 %
1. Raffination desselben .	0,09 „	0,54 „
2. Raffination desselben .	0,015 „	0,09 „

2) Gewaschenes Alaunmehl von Kreuzkirche (Seger)

aus reducirter Lauge . .	0,10 „	0,60 „
1. Raffination desselben .	0,015 „	0,09 „

3) Halbalaun von Goslar (Illing)	0,50 „	Fe_2O_3
Raffinirter Alaun von Goslar (v. Grabe)	0,39 „	„
4) Rohalaun von Whitby (Wilson)	4,52 „	„
1. Raffination	0,88 „	„
Verkäufl. Alaun	Spur.	

Die weitere Operation, welcher das rohe Product der ersten Krystallisation zu unterwerfen ist, ist die, dasselbe von der stark anhängenden eisenhaltigen Mutterlauge zu befreien. Ist der Alaun durch langsames Erkalten in grösseren Krystallen erhalten (Alaunsalz), so geschieht die Entfernung der Mutterlauge in der Weise, dass derselbe in einem Trogge zuerst mit der von der Raffination abfallenden Mutterlauge,

zuletzt mit Wasser durch kräftiges Rühren und Schlagen gewaschen wird. Durch die heftige Bewegung wird nicht allein die in den Lamellen durch Capillarattraction festgehaltene dickflüssige Lauge entfernt, sondern auch der den Krystallen stets anhaftende Niederschlag basischer Eisen- und Thonerdesalze fortgerissen und abgeschlemmt. Ist der Alaun in Mehlform durch gestörte Krystallisation gewonnen, so führt man das Waschen in manchen Fällen ebenso aus, wie bei dem Alaunsalz in Trögen oder Schüttelkästen, oder man hat hierfür besondere Waschkästen, deren Böden von den Seiten nach der Mitte ansteigen und sie hierdurch in zwei Abtheilungen theilen. Das Alaunmehl wird in der einen Abtheilung mit Alaunlösung und später mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, und durch kräftiges Reiben und Schlagen abwechselnd aus der einen Abtheilung in die andere geschleudert und so einem Schlammprozess unterworfen. Nach dem Entfernen der überstehenden Flüssigkeit kommt das gewaschene Mehl auf eine schräge Bühne oder in einen Abtropftrichter, um die letzten Antheile Flüssigkeit ablaufen zu lassen. Es sind diese Waschmethoden immer mit einem beträchtlichen Verbrauch an Wasser verbunden, welcher, besonders beim Mehl, nicht unbeträchtliche Verluste von Alaun durch Lösung und mechanisches Fortreissen veranlasst. Sieht man sich nun die Methode an, nach welchen diese Waschwässer wieder zu Gute gemacht werden, so ist ersichtlich, dass die Wiedergewinnung des darin enthaltenen Alauns mit nicht unbeträchtlichen Kosten verknüpft ist. Ein geringer Theil der Abwaschwässer kann benutzt werden zum Auflösen der Alkalisalze zur Ausfällung des Alauns aus der Rohlauge, das Uebrige, der grössere Theil, muss entweder für sich eingedampft werden, was bei einem Salzgehalt von nur 10—12% grossen Verbrauch an Kohlen verursacht, oder wird bei der Verlaugung der Erze verwendet und bietet alsdann mit seinem Alkaligehalt beim Versieden der eisenoxydhaltigen Rohlauge

dieser das Material für Bildung von bas. schwefelsaurem Eisenoxydkali, d. h. es tritt eine vollständige oder theilweise Rückbildung unter Kaliverlust zu schwefelsaurer Thonerde ein.

Zudem erfüllen die alten Methoden des Waschens bei aller Arbeitskraft und beträchtlichen Substanzverlusten doch nur unvollkommen ihren Zweck, indem in dem Mehl durch Capillarität noch immer ansehnliche Quantitäten von Waschlauge zurückgehalten werde, welche als Vitriolhaltig beim Abtrocknen und Lagern durch Oxydation den Gehalt an Eisenoxyd vergrössert, und dadurch die Reinigung erschwert.

Besser als nach den alten Methoden lässt sich das Waschen des Mehls in einer Centrifuge mit 800—1000 Umdrehungen per Minute ausführen und erhält man mit Hülfe einer solchen dasselbe in kürzerer Zeit in einem mutterlaugenfreien und trocknen Zustande, ausserdem bedarf man zum Waschen höchstens den fünften Theil des sonst erforderlichen Wassers, und dieses hat bei seinem schnellen Durchgange durch den Alaun nicht einmal Zeit, sich damit zu sättigen. Das Sieb, welches dazu dient, das Alaunmehl in der Lauftrommel der Centrifuge zurückzuhalten, ist ein fein durchstochenes Bleiblatt von ca. 1mm Dicke, der Mantel sowohl wie die Lauftrommel sind zum Schutze gegen starke Oxydation innen mit Blei verkleidet, aussen mit einem warm aufgetragenen Anstrich aus 1 Theil Steinkohlentheer und 1 Theil Asphalt versehen.

Es ist der Gebrauch dieser Maschinen wiederholt aus den sie lange benutzenden Zuckerfabriken auch auf andere Industriezweige zu übertragen gesucht worden, soviel ich in Erfahrung gebracht, bisher nur in 2 Alaunfabriken (Ludwigshafen, Kreuzkirche) zur Anwendung gekommen; es mag immerhin der nicht unbeträchtliche Preis dieser Apparate, gegenüber den alten Waschvorrichtungen, sowie ein geringes Vertrauen auf deren Haltbarkeit hindernd für deren allgemeine Einführung gewesen sein; es ist der letztere Umstand

allerdings richtig, wenn nicht die gehörige Sorgfalt auf die Reinigung der Maschine nach jedesmaligem Gebrauch durch Wasser und Dampf verwandt wird; die Maschine lässt sich jedoch durch einen inneren Bleiüberzug und sorgfältigen äusseren Anstrich vollkommen gut erhalten.

Die Benutzung von Centrifugen ist besonders für diejenigen Fabriken eine Nothwendigkeit, welche viel Alaun in Mehlform produciren, weil das Mehl nur dann mit dem als Sicherheit gegen mögliche Verfälschung verlangten Glanze der einzelnen Krystallkörner mit Gewissheit erlangt werden kann, wenn die Mutterlauge vorher vollständig aus demselben vor dem Trocknen entfernt war. Da die Produktion von Alaunmehl sich eher niedriger als höher stellt, als die von hartem Alaun, der Verbrauch an Mehl fortwährend im Wachsen, der von grossen Krystallen dagegen im Abnehmen ist, so werden sich Fabriken, welche auf der Höhe der Concurrenzfähigkeit bleiben wollen, bald mit solchen Apparaten versehen müssen, und wird dann die Mechanik auch wohl im Stande sein, Apparate zu liefern, welche den gestellten Ansprüchen besser genügen, als die bisher benutzten.

VII. Raffiniren und Trocknen des Alauns.

Das Raffiniren des Alauns hat den Zweck, das als isomorphen Bestandtheil in denselben übergegangene und durch Waschen nicht zu entfernende Eisenoxyd aus demselben zu entfernen. Der Alaun wird zu dem Zwecke in $^1/_3$—$^1/_2$ seines Gewichtes aufgelöst und die Lösung in conischen nach dem Erstarren des Alauns auseinander zu nehmenden Holzfässern der Krystallisation überlassen. Die Auflösung geschieht noch jetzt vielfach in gusseisernen oder kupfernen Kesseln, oder in Bleipfannen, auf den grösseren und besser eingerichteten Werken ist man jedoch meist dazu übergegangen, diese Operation mittelst eines in den Alaun eingeleiteten Dampfstromes zu bewirken, wobei nur das aus dem Dampf condensirte Wasser als Lösungsmittel fungirt. Man erreicht die Lösung entweder dadurch, dass man ein mit Blei ausgelegtes Holzgefäss mit trocknem Alaun füllt und mittelst eines Rohres so lange directen Dampf eintreten lässt, bis aller Alaun in dem condensirten Wasser gelöst ist, oder dass man dem Alaun in einem bleiernen oder gusseisernen Trichter, der durchlöchert oder unten mit einer durchlöcherten Bleiplatte geschlossen und über einem Sammelgefäss angebracht ist, den Dampf zuführt, wo dann die heiss gesättigte Lösung nach dem Sammelbehälter in dem Maasse, als sie sich bildet, abfliesst, und nach mehrstündigem ruhigen Stehen zur Abklärung von dem sich abscheidendem basischen Alaun in die Wachs- oder

Läuterfässer abgezapft, oder bei nöthiger mehrmaliger Raffination am besten in Schüttelkästen, um nach geschehener Erkaltung abermals aufgelöst zu werden.

Enthält der Rohalaun nur $^1/_2$—1% Eisenalaun, so genügt eine nur einmalige Raffination, um verkäufliche Waare zu erhalten, bei grösserer Unreinheit jedoch ist eine zwei bis dreimalige Wiederauflösung nöthig. Eine selbst sehr geringe Beimengung von Eisenalaun verräth sich leicht, wenn derselbe in grossen Krystallen angeschossen ist, an der violettblauen Färbung, welche dieselben besonders bei durchgehendem directem Sonnenlicht an den freien Octaederecken zeigen. Eine solche Färbung ist bei guter Beleuchtung selbst noch bei einem Gehalt von 0,03% Eisenoxyd erkenntlich, vorausgesetzt dass der Alaun keine von basischen Salzen oder eingetrockneter Mutterlauge herrührende gelbliche Färbung hat. Bei Alaunmehl giebt es kein so einfaches Anzeichen und ist man bei dessen Prüfung immer auf die zur Erkennung des Eisengehaltes benutzten Reagenzien, am sichersten Gerbsäure, angewiesen.

In den meisten Fällen wird der Eisengehalt des Rohalauns, wenn nicht in der Rohlauge das Oxyd zu Oxydul reducirt oder durch Abstumpfung der freien Säure als basisch schwefelsaures Eisenoxydkali vollständig ausgefällt ist, ein so hoher sein, dass ein zweimaliges Raffiniren erforderlich ist; tritt dieser Fall ein, so wird entweder der in Fässern krystallisirte zerschlagen, oder man stellt besser durch gestörte Krystallision Mehl dar und verarbeitet dies wie das Rohmehl. Der in Fässern am Boden befindliche Alaun ist stets, weil ihm basischer Alaun beigemengt ist, als Handelsprodukt unbrauchbar und muss umkrystallisirt werden.

Die bei der Raffination fallenden Mutterlaugen von 8 bis 12° B. benutzt man zum ersten Waschen von Rohalaun und Auflösen des Niederschlagsmittels, oder setzt es den leichten Waschwässern der Laugerei zu, welche zur Extraction

frischen Röstaschen aufgegeben werden. Will man raffinirtes Alaunmehl erzeugen, so sind die Operationen ganz dieselben wie vorher, nur dass man die Ausscheidung des Alauns nicht in conischen Fässern, sondern in Schüttelkästen vornimmt und nach dem Waschen oder Ausschleudern trocknet.

Das Trocknen des Mehles bewirkt man entweder auf Holzbühne oder mit grober Leinwand überzogenen Horden, auf denen dasselbe $^1/_2$—1 Zoll hoch geschichtet bei gewöhnlicher Temperatur oder gelinder Heizung vollständig abtrocknet, oder man führt unter Ersparung dieser langwierigen und grosse Räumlichkeiten erfordernden Methode, das Mehl in einem langsam rotirenden Cylinder von Zinkblech (Kreuzkirche) einem durch ein kleines Gebläse erzeugten auf 35 bis 40 ° C. erwärmten Luftstrom entgegen, welcher in kürzerer Zeit und geringeren Unterhaltungs- und Arbeitskosten mehr leistet, als eine voluminöse Hordentrocknung.

Berlin, den 1. März 1869.

Hermann Seger.